

PERSPEKTIVA I POTENCIJAL KORIŠTENJA KULTURE MISCANTHUS X GIGANTEUS U REPUBLICI HRVATSKOJ

PERSPECTIVE AND POTENTIAL USE OF MISCANTHUS X GIGANTEUS CULTURE IN CROATIA

Nikola Bilandžija¹

¹ Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet, Svetošimunska cesta 25, HR-10000 Zagreb, nbilanzija@agr.hr

Sažetak: Najosnovnije ljudske potrebe, kao i sve gospodarske i izvan gospodarske djelatnosti i aktivnosti, zahtijevaju potrošnju energije. Temeljem energetske scenarija (smanjenje zaliha neodrživih izvora energije, konstantno povećanje cijena fosilnih goriva) i energetske težnje (sigurna, održiva i kontinuirana opskrba energijom) u narednih desetak godina očekuje se povećani rast proizvodnje i potrošnje obnovljivih izvora energije na globalnoj razini. Obnovljivi izvori energije predstavljaju energetske resurse koji se koriste za proizvodnju električne i/ili toplinske energije, a čije rezerve se konstantno ili ciklički obnavljaju. Pod klasifikacijom obnovljivih izvora energije ubraja se i biomasa dobivena uzgojem kultura za proizvodnju energije. Cilj uzgoja kultura za proizvodnju energije je proizvodnja što veće količine biomase po jedinici površine s ciljem njene pretvorbe u energiju, a jedna od takvih kultura je vrsta *Miscanthus x giganteus*. Glavne karakteristike trave *Miscanthus x giganteus* su: izuzetna prilagodljivost uzgoju u različitim klimatsko-pedološkim uvjetima (od razine mora do 3000 m nadmorske visine), mogućnost uzgoja na tlima lošije kvalitete, prirodan je sterilni hibrid (ne postoji mogućnost nekontroliranog širenja), visoki prinosi suhe tvari po jedinici površine (prosječno 15-20 t/ha), izuzetna otpornost na bolesti i štetočinke (tretiranje pesticidima nije potrebno), mali zahtjevi za gojibom te visoka energetska vrijednost (17,05 do 19,21 MJ/kg). Agronomski fakultet u Zagrebu započeo je 2011. godine istraživanje kulture *Miscanthus x giganteus*.

Glavne riječi: obnovljivi izvori energije, biomasa, kulture za proizvodnju energije, *Miscanthus x giganteus*

Abstract: The basic human needs, as well as all economic and non economic activities require energy consumption. Based on the energy scenarios (reduction of unsustainable energy reserve resources, constant increase of fossil fuel prices) and energy aspirations (safe, sustainable and continuous energy supply), the increased production and consumption of renewable energy on the global scale in the next ten years is expected. Renewable energy sources represent energy resources whose reserves are continuously or cyclically renewed and are used for the production of electrical and / or heat energy. Biomass that is obtained by cultivation of crops for energy production is also classified as renewable energy resources. The aim of cultivation of crops for energy production is production of highest quantity of biomass per unit of area and one of such crops is *Miscanthus x giganteus*. The main characteristics of grass *Miscanthus x giganteus* are: exceptional adaptability of cultivation to different climatic and soil conditions (from sea level up to 3000 m above sea level), the possibility of cultivation on low quality soils, it is natural sterile hybrid (there is no possibility of uncontrolled spread), high yields of dry matter per unit of area (average 15-20 t / ha), exceptional resistance to diseases and pests (pesticides treatment is not necessary), low fertilization demands and high energy value (17.05 to 19.21 MJ/kg). Faculty of Agriculture in Zagreb has started research on *Miscanthus x giganteus* in 2011.

Keywords: "green" energy, CO₂-neutral fuel, biomass, *Miscanthus x giganteus*

Zaprimljeno / Received: 30.09.2014 / Prihvaćeno / Accepted: 22.10.2014

Znanstveni rad / Scientific paper

1. UVOD

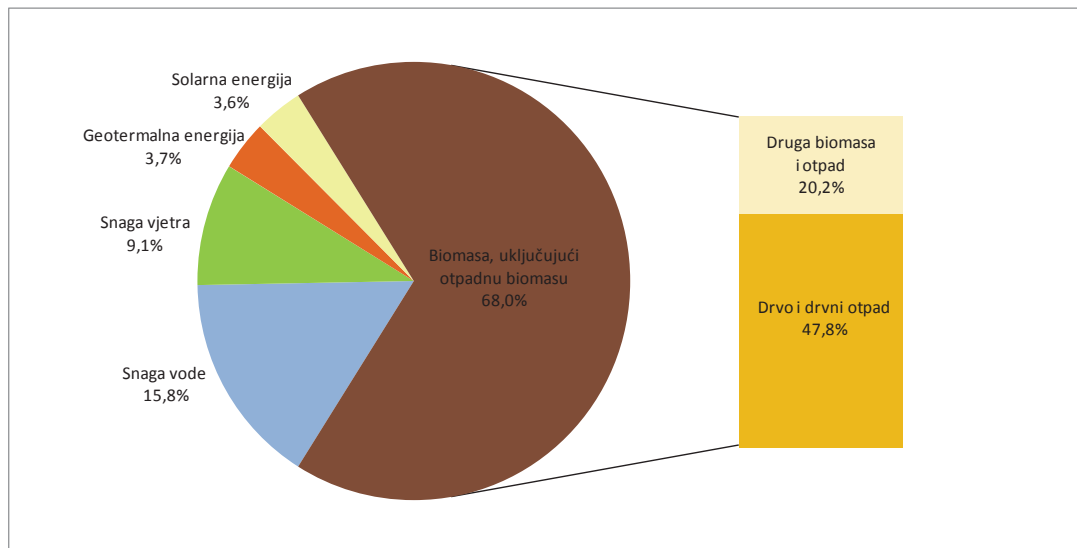
Temeljem energetske scenarija (smanjenje zaliha neodrživih izvora energije, konstantno povećanje cijena fosilnih goriva) i energetske težnje (sigurna, održiva i kontinuirana opskrba energijom) u narednih desetak godina očekuje se povećani rast proizvodnje i potrošnje obnovljivih izvora energije na globalnoj razini (Tomić et al., 2008; Van Dam et al., 2007; Višković, 2009). Nadalje, intenzivno i nekontrolirano korištenje fosilnih izvora energije dovelo je do ozbiljnih ekoloških posljedica s kojima se danas suočavamo (Nacionalni energetske program, 1998), pri čemu je izgaranje fosilnih energenata definirano kao jedno od najznačajnijih izvora onečišćenja okoliša. Stoga, proizvodnja i korištenje obnovljivih izvo-

ra energije nameću se kao jedno od mogućih rješenja za ublažavanje prethodno navedenih problema.

Obnovljivi izvori energije predstavljaju energetske resurse koji se koriste za proizvodnju električne i/ili toplinske energije, a čije rezerve se konstantno ili ciklički obnavljaju. Sam naziv obnovljivi, potiče od činjenice da se određena količina energije troši u iznosu koji ne premašuje brzinu kojom se ona nanovo stvara u prirodi. Obnovljive ili tzv. neiscrpe izvore energije na Zemlji dijelimo na energiju vjetra, geotermalnu energiju, energiju položaja vode, energiju sunčevog zračenja te energiju biomase, a potiču od tri primarna izvora: raspadanja izotopa u dubini Zemlje, gravitacijskog djelovanja planeta i termonuklearnih pretvorbi na Suncu (Đonlagić, 2005; Šljivac et al., 2009). Početkom 2014. godine Europska komisija proširila

ruje Energetsku strategiju za Europu do 2020. godine te definira ciljeve i scenarije do 2030. godine propisivanjem Okvira za klimatske i energetske politike (European Commission (EC), 2014). Navedenim Okvirom predlaže se smanjenje emisija stakleničkih plinova za 40%, povećanje udjela obnovljivih izvora energije od najmanje 27% uz kontinuirano poboljšanje energetske učinkovitosti te

osiguranje konkurentne, pristupačne i sigurne energije. Temeljem posljednjih dostupnih podataka iz 2013. godine (Slika 1.) vidljivo je da je u Europskoj uniji tijekom 2011. godine najveći udio potrošene „zelene“ energije proizašao iz biomase (68%) dok se ostali izvori obnovljive energije kreću u razmjeru od 3,6% (solarna energija) do 15,8% (energija vode) (AEBIOM, 2013).



Slika 1. Potrošnja obnovljivih izvora energije u Europskoj uniji 2011. godine

2. BIOMASA KAO OBNOVLJIVI IZVOR ENERGIJE

Trenutno biomasa predstavlja četvrti najveći izvor energije nakon nafte, plina i ugljena te se od nje proizvodi oko 14 % ukupne potrebe za energijom godišnje s tendencijom rasta u razvijenim zemljama (Garcia et al., 2012). Pod pojmom biomase podrazumijevaju se sve biorazgradive tvari biljnog i životinjskog porijekla, dobivene od ostataka poljoprivredne i šumske industrije. Biomasa, kao i njezini produkti, su dovoljno slični krutim i nakon prerade tekućim fosilnim gorivima te je moguća njihova izravna zamjena (Krička et al., 2007). Prerađena ili doradena biomasa predstavlja biogoriva u krutom (npr. sječka, peleti, briketi, bale), tekućem (npr. biodizel, bioetanol, biometanol, ETBE) i plinovitom stanju (npr. bioplin, deponijski plin, plin iz rasplinjavanja biomase).

Osim podjele biogoriva obzirom na oblik krajnjeg korištenja (kruta, tekuća i plinovita), ona se također mogu podijeliti i obzirom na vrstu korištene biomase za proizvodnju istih (prva, druga i treća generacija goriva). Naime, za proizvodnju prve generacije koriste se sirovine istovjetne onima kojima je primarna namjena hrana za ljude, dok navedeno nije slučaj kod druge i treće generacije goriva (Bilandžija et al., 2014). Biomasa se može transformirati u korisne oblike energije koristeći nekoliko različitih procesa. Izbor procesa pretvorbe ovisi o tipu, svojstvu i količini raspoložive biomase, željenom krajnjem obliku energije, standardima okoliša te ekonomskim uvjetima (McKendry, 2002; Saxena et al., 2009). Poljoprivredna lignocelulozna biomasa ima znatan energetski potencijal jer predstavlja ostatke primarne poljoprivredne

proizvodnje, odnosno nusproizvode nakon prerade/dorade poljoprivrednih sirovina u prehrambenoj industriji (Krička et al., 2014).

S ekološkog aspekta, važna je činjenica da je moguće postići 93%-tno smanjenje neto CO₂ emisija po jedinici ogrjevne vrijednosti, zamjenom ugljena s biomasom, kao i 84%-tno smanjenje, zamjenom prirodnog plina s biomasom (Eldabbagh et al., 2005).

Prema (Bilandžija et al., 2014) poljoprivrednu biomasu možemo podijeliti na:

- Biomasa ratarske proizvodnje (sijeno, slama, stabljike, kukuruzovina, oklasak, ljuške ratarskih kultura),
- Biomasa voćarsko vinogradarske proizvodnje (orezani ostatci trajnih nasada),
- Biomasa iz prerade i dorade poljoprivrednih sirovina u prehrambenoj industriji (komina grožđa, komina masline, komina uljarica, koštice voća, ljuške jezgričavog voća),
- Biomasa iz povrčarstva i ukrasne hortikulture (otpad iz vrtova i parkova),
- Biomasa stočarske proizvodnje (gnoj, gnojnica, klaonički otpad, otpad u ribarstvu, mesno – koštano brašno),
- Biomasa kultura za proizvodnju energije na zasebnim oformljenim nasadima (*Miscanthus sp.*, *Arundo donax*, *Sudannian grass*, *Reed canary grass*).

2.1. Kulture za proizvodnju energije

Ostaci usjeva ratarske proizvodnje definirani su kao vrijedan izvor energije za proizvodnju biogoriva druge generacije (Graham et al., 2007; Somerville, 2006). Obzirom da navedeni ostaci predstavljaju dragocjenu sirovinu bitnu za očuvanje kvalitete tla, njihovo nesmotreno uklanjanje može ozbiljno ugroziti kvalitetu tla (Wilhelm et al., 2004). Štetni utjecaji uklanjanja ostataka na kvalitetu tla moraju biti objektivno i kritički preispitani prije njihovog iskorištenja u energetske svrhe. Prema naputcima Europske komisije, maksimalno 30% od potencijalno dostupne biomase može se koristiti u energetske svrhe. Stoga, glavina lignocelulozne biomase mora biti proizvedena na zasebno oformljenim plantažama sadnjom kultura za proizvodnju energije (Lal, 2007; Tomić et al., 2011).

Kulture za proizvodnju energije (energetske kulture) su one koje su uzgojene isključivo za svrhu proizvodnje biomase. Cilj uzgoja energetske kulture je proizvodnja, što je moguće veće količine biomase po jedinici površine s ciljem njene pretvorbe u energiju. Energetske kulture mogu biti jednogodišnje ili višegodišnje biljke (Đonlagić, 2005). Za razliku od jednogodišnjih, višegodišnje energetske kulture nemaju veće zahtjeve tijekom uzgoja i to prvenstveno u smislu agrotehnike i kvalitete poljoprivrednog tla. Mogućnost uzgoja na tlima lošije kvalitete je izuzetno bitno svojstvo kako bi se izbjegla kolizija u

proizvodnji energije i hrane. Jedna od takvih višegodišnjih kultura je i rizomatska trava *Miscanthus x giganteus*.

3. MISCANTHUS X GIGANTEUS

3.1. Osnovne značajke kulture

Miscanthus x giganteus karakterizira višegodišnji rast (15 - 20 godina i više), visoka produkcija biomasa (15 – 20 t/ha od treće godine uzgoja; Slika 2.) te mogućnost žetve suhe biomase (vlaga < 16%).

Nadalje, važno je napomenuti visoki stupanj otpornosti na bolesti i štetočinje (tretiranje pesticidima se ne provodi) te mogućnost racionalnog korištenja hranjivih tvari (poglavito dušika) iz tla uslijed izražene sposobnosti translokacije minerala i hranjiva iz nadzemnih organa u rizome na kraju vegetacije te re-translokacije iz rizoma u nadzemne organe početkom nove vegetacijske sezone (Clair et al., 2008; CRES, 2006; Davis et al., 2010; Leto et al., 2013; Tilman et al., 2006).

Uz navedeno, na ekološki aspekt navedene kulture dodatno utječe i činjenica da se tretiranje herbicidima, kao i većina ostalih agrotehničkih zahvata provodi samo u prvoj i eventualno drugoj godini od zasnivanja usjeva (Caslin et al., 2010).

Nadalje, *Miscanthus x giganteus* je sterilna vrsta, dakle ne postoji mogućnost njegovog ne kontroliranog širenja.



Slika 2. Trogodišnji nasad trave *Miscanthus x giganteus*

3.2. Iskorištenje biomase kulture

3.2.1. Energetska mogućnost korištenja

Miscanthus x giganteus se trenutno najviše koristi za suspaljivanje s ugljenom i/ili samostalnim izravnim spaljivanjem za proizvodnju toplinske i/ili električne energije. Upotrebom različitih tehnologija zbijanja, proizvedena biomasa se doraduje u čvrsta biogoriva (briketi, pelete – Slike 3. i 4.) te se nakon procesa briketiranja/peletiranja može učinkovitije koristiti za proizvodnju „zelene“ energije. Kako bi se izbjegli dodatni troškovi sabijanja *Miscanthus x giganteus* se može koristiti i u tzv. „rinfuznom stanju“, odnosno u formi bale ili sječke (Slike 5. i 6.).

Međutim, u tom slučaju energetske iskorištenje gubi se efikasnost tijekom procesa izgaranja u odnosu na peletirani i briketirani oblik. *Miscanthus x giganteus* se može koristiti i u kombinaciji s drugim sirovinama tijekom anaerobne fermentacije u proizvodnji bioplina, ali i za proizvodnju tekućih biogoriva i to prvenstveno bioetanol druge generacije (zahvaljujući visokom prinosu i visokom sadržaju celuloze i hemiceluloze). Previđa se da bi u budućnosti energetske usjevi, kroz proizvodnju bioetanol, mogli u potpunosti zamijeniti potrošnju fosilnih izvora energije (Bilandžija, 2012). Previđa se proizvodnja bioetanol od 7000 do 7393 litara/ha/godišnje, uz 35 do 75%-tno smanjenje emisije stakleničkih plinova (Lemus et al., 2009). Međutim, zbog relativno visokih troškova

faze predtretmana u proizvodnji bioetanola druge generacije, danas je njegovo korištenje u krutom obliku još uvijek ekonomski najprihvatljivija opcija (Bilandžija, 2012). Energetskim iskorištenjem kulture *Miscanthus x giganteus* omogućuje se značajno očuvanje fosilnih izvora energije, primjerice 20 t biomase *Miscanthus x giganteus* predstavlja ekvivalent 12 t kamenog ugljena (Lewandowski et al., 1995) dok je 30 t navedene biomase ekvivalent 12 000 litara loživog ulja (El - Bassam et al., 1996). Slijedom svega navedenog, može se sa sigurnošću reći da proizvodnja „zelene“ energije ima potencijal pozitivnog doprinosa pitanjima vezanim uz zaštitu okoliša kako iz poljoprivrednog sektora tako i na globalnoj razini (Krička et al., 2007).

3.2.2. Neenergetska mogućnost korištenja

Trava *Miscanthus x giganteus* se također može koristiti u neenergetske svrhe i to za proizvodnju papira, gra-

đevinskog materijala, malča, plastike te kao prostirka za sve domaće životinje (Bilandžija et al., 2012) (Slika 7.).

Nadalje, može se koristiti i za poboljšavanje strukture tla, smanjenje erozije ali i za proces fitoakumulacije.

Fitoakumulacija je način sanacije onečišćenog tla pomoću nižih ili viših biljaka. Primjenom te tehnologije najbolji rezultati ostvareni su upravo uklanjanjem teških metala i eksploziva iz tla. Riječ je o biljkama koje su sposobne akumulirati onečišćujuće tvari korijenovim sustavom i translocirati ih i/ili akumulirati ih do nadzemnih dijelova. Nakon što biljke vežu teške metale, uklanjaju se s površine i spremaju u odlagalište otpada ili spalionice smeća i tvornice cementa ili željeza, gdje se spaljuju. Postupak se ponavlja nekoliko puta, u skladu sa stupnjem onečišćenja, kako bi se tlo što bolje očistilo i postalo pogodno za druge svrhe.

Različite biljne vrste mogu usvajati i koncentrirati različite teške metale, pa čak i radioaktivne elemente (Brooks, 1994).



Slika 3. *Miscanthus x giganteus* u formi briketa



Slika 4. *Miscanthus x giganteus* u formi peleta



Slika 5. *Miscanthus x giganteus* u formi bale



Slika 6. *Miscanthus x giganteus* u formi sječke



Slika 7. Prostirka za domaće životinje od trave *Miscanthus x giganteus*
(www.animalschoice.ie, 2012; www.prjengineering.co.uk, 2012)

Tablica 1. Morfološko - gospodarska svojstva kulture *Miscanthus x giganteus* uzgojene na području Republike Hrvatske

Lokacija / Parametar	Prinos ST (t/ha)	Visina biljke (m)	Broj izboja po biljci
Medvednica	16,84	2,28	30,86
Donja Bistra	20,08	3,38	31,00
[28,39]	7,30 – 15,50	1,41	24,30

Tablica 2. Neka energetska svojstva kulture *Miscanthus x giganteus* uzgojene na području Republike Hrvatske

Parametar / lokacija	Medvednica	D. Bistra	(Garcia et al., 2012)
Pepeo (%)	4,72	4,82	9,60
Fiksirani ugljik (%)	9,80	12,46	11,40
Hlapive tvari (%)	79,92	76,72	79,00
Gornja ogrjevna vrijednost (MJ kg ⁻¹)	18,00	18,00	18,07
C (%)	48,72	48,55	47,09
N (%)	0,65	0,31	0,10
H (%)	4,30	4,24	6,30
O (%)	45,52	46,44	46,42
S (%)	0,08	0,08	0,10

4. POTENCIJAL VRSTE *MISCANTHUS X GIGANTEUS* U NIZINSKIM I BRDSKO - PLANINSKIM UVJETIMA REPUBLIKE HRVATSKE

Pokusna polja trave *Miscanthus x giganteus* na 2000 m² postavljena su na 2 lokacije: Centar za travnjaštvo Agronomskog fakulteta na Medvednici (N 45° 55' 37,2", E 15° 58' 24,4", n.v. 650 m) i Donja Bistra (N 45° 55' 06,2", E 15° 50' 32,5", n.v. 144 m).

Miscanthus x giganteus je posađen u razdoblju od kraja travnja do početka svibnja 2011. godine. Za sadnju su korištene reznice rizoma dužine oko 15 cm podrijetlom iz Austrije. Razmak između redova bio 1 m, kao i razmak unutar redova (10.000 biljaka/ha).

4.1. Morfološko - gospodarska svojstva

Obzirom da je *Miscanthus x giganteus* nova kultura u Republici Hrvatskoj, autori (Leto et al., 2014) su na kraju vegetacijske sezone 2. godine uzgoja (studeni 2012.) utvrdili visinu biljke, broj izboja po biljci te prinos suhe tvari.

Rezultati navedenih mjerenja su prikazani u Tablici 1.

Ukoliko se prikazani rezultati usporede s istraživanjima koje su proveli (Schwarz, 1993; Christian et al., 2008) može se vidjeti visoki potencijal uzgoja kulture *Miscanthus x giganteus* na područjima istraživanja u Republici Hrvatskoj.

4.2. Energetske karakteristike

Kemijski sastav ali i građa stanične stjenke biomase, istraživanih u svrhu energetske iskorisćenosti, primarni su pokazatelji kvalitativne vrijednosti iste. Pri tome, pod kemijskim sastavom, ubrajaju se ogrjevne vrijednosti (gornja i donja), gorive (ugljika, vodika, kisika, sumpora, hlapljivih tvari) i negorive (voda, dušik, pepeo, fiksirani ugljik, koks) tvari, te makro i mikro elementi biomase, dok se pod građom stanične stjenke valorizira lignocelulozni sastav (lignin, celuloza i hemiceluloza). Autori (Bilandžija et al., 2013) su u svojem istraživanju pratili neka od spomenutih parametara na biomasi trave *Miscanthus x giganteus* uzgojene na području Republike Hrvatske (Tablica 2.). Usporedbom s istraživanjima koja su proveli autori (Garcia et al., 2012) vidljiva je podudarnost ili određeno, očekivano odstupanje između analiziranih podataka.

5. ZAKLJUČAK

Početkom 2014. godine Europska komisija proširuje Energetsku strategiju za Europu do 2020. godine te definira ciljeve i scenarije do 2030. godine, propisivanjem Okvira za klimatske i energetske politike. S težnjom ostvarenja propisanih ciljeva (među ostalim, smanjenje emisija stakleničkih plinova za 40% i povećanje udjela OIE od najmanje 27%) biomasa, kao sastavni dio obnovljivih izvora energije, imati će važnu ulogu u ispunjenju istih. Kao jedan od potencijalno značajnih izvora biomase nameću se kulture za proizvodnju energije. Kultura *Miscanthus x giganteus* dokazala se kao zahvalna vrsta, kojom se uz relativno mala financijska ulaganja postižu značajni prinosi suhe tvari (biomase) po jedinici površine. Istraživanja trave *Miscanthus x giganteus* uzgojene na području Republike Hrvatske (Donja Bistra i Sljeme) potvrđuju njegov potencijal za proizvodnju značajnih količina kvalitetne biomase. Međutim, obzirom da na produkciju i kemijski sastav biomase utječe čitav niz agroekoloških i agrotehničkih čimbenika, svaki lokalitet uzgoja zahtjeva individualan pristup.

6. LITERATURA

AEBIOM: European biomass association, European bioenergy outlook, 2013.

Bilandžija N., Jurišić V., Leto J., Matin A., Voća N.: Energetske karakteristike trave *Miscanthus x giganteus* kao CO₂-neutralnog goriva; Zbornik radova 48. hrvatskog i 8. međunarodnog simpozija agronoma (2013) 55 – 59.

Bilandžija N., Krička T., Voća N., Jurišić V., Matin A., Leto J., Kuže J.: Biomasa trave *Miscanthus x giganteus* kao CO₂ neutralni energent u procesu suspaljivanja; Zbornik radova - Zaštita okoliša i održivo gospodarstvo resursima, (2014) 177 - 187

Bilandžija N., Voća N.: Klasifikacija i osnovne značajke biogoriva; Gospodarski list, 7, (2014) 51-52.

Bilandžija N.: Proizvodnja biogoriva iz energetske kulture *Miscanthus x giganteus*; Gospodarski list 10 (2012), 21.

Bilandžija N.; Leto J.; Jurišić V.; Matin A.: Uzgoj i korištenje trave *Miscanthus x giganteus* kao prostirke za domaće životinje; XIX Međunarodno savjetovanje Krmi-va 2012.- Zbornik sažetaka 51 (2012) 139.

Brooks R.R.: Plants and Chemical Elements: Biochemistry, Uptake, Tolerance and Toxicity. (ed. Gargo M E). – VCH Verlagsgesellschaft, Weinheim, Germany, (1994) 88-105.

Caslin B., Finnan J., McCracken, A. (2010). *Miscanthus* best practice guidelines. Belfast, Ireland.

Clair S.S., Hillier J., Smith P.: Estimating the pre-harvest greenhouse gas costs of energy crop production; Biomass and Bioenergy 32 (2008) 442 – 452.

CRES: Final Report – European Miscanthus Network AIR–CT–92–0294. Greece, (2006).

Davis S., Parton W., Dohleman F., Smith C., Grosso S., Kent A., DeLucia E.: Comparative biogeochemical cycles of bioenergy crops reveal nitrogen-fixation and low greenhouse gas emissions in a *Miscanthus x giganteus* agro-ecosystem; Ecosystems 13 (2010) 144 – 156.

Đonlagić M., Energija i okolina. Printcom – Tuzla, Bosna i Hercegovina, 2005.

El - Bassam, N.: Performance of C4 plant species as energy sources and their possible impact on environment and climate. In: Chartier, P., Ferrero, G.L., Henius, U.M., Hultberg, S., Sachau, J. and Wiinblad, M. (eds), Biomass for Energy and the Environment (1996).

Eldabbagh F., Ramesh A., Hawari J., Hutny W., Kozinski J.A.: Particle–metal interactions during combustion of pulp and paper biomass in a fluidized bed combustor; Combustion and Flame 142 (2005) 249-257.

Europska komisija - 2030 framework for climate and energy policies, Brussels, Belgium: European Commission (EC), 2014.

Garcia R., Pizarro C., Lavín A.G., Bueno J.L.: Characterization of Spanish biomass wastes for energy use; Bioresour Technol. 103 (2012) 249-258.

Graham R.L., Nelson R., Sheehan J., Perlack R.D., Wright L.L.: Current and potential U.S. corn stover supplies; Agronomy Journal 99 (2007) 1 – 11.

Krička T., Kiš D., Jurišić V., Bilandžija N., Matin A., Voća N.: Ostaci poljoprivredne proizvodnje kao visokovrijedni “zeleni” energent u istočnoj Hrvatskoj; Poljoprivreda i šumarstvo kao proizvođači obnovljivih izvora

- energije, Hrvatska Akademija znanosti i umjetnosti, Zagreb, (2014)
- Krička T., Voća N., Tomić, F., Janušić V.: Experience in production and utilization of renewable energy sources in EU and Croatia; Zbornik radova, The 5th International Conference "Integrated systems for agri-food production, Sibiu, (2007) 203-210.
- Lal R.: Carbon sequestration; Philosophical Transaction of the Royal Society Biological Sciences 363 (2007) 815 - 830.
- Lemus R., Parrish D.J.: Herbaceous crops with potential for biofuel production in the USA; Persp. Agr. Veter. Sci. Nutr. Nat. Res. 4 (2009) 1–23.
- Leto J.; Bilandžija N.: Rodnost energetske trave *Miscanthus x giganteus* u 1. godini na različitim lokacijama; Zbornik radova, 48. hrvatskog i 8. međunarodnog simpozija agronoma (2013) 55 – 59.
- Leto, J.; Bilandžija, N.; Stojanović, L.; Sever, M.: Proizvodnost i morfološka svojstva energetske trave *Miscanthus x giganteus* Greef et Deu. u drugoj godini uzgoja; Zbornik radova, 48. hrvatskog i 8. međunarodnog simpozija agronoma (2014) 397 – 401.
- Lewandowski I., Kicherer A., Vonier P.: CO₂ - balance for the cultivation and combustion of *Miscanthus*; Biomass and Bioenergy 8 (1995) 81 - 90.
- McKendry P.: Energy production from biomass (part 1): overview of biomass; Bioresource Technology 83 (2002) 37–46.
- NEP - Nacionalni energetska program, Energetski institut „Hrvoje Požar“, Zagreb, 1998.
- Saxena D.K., Adhikari H.B.: Goyal Biomass-based energy fuel through biochemical routes: A review Review Article; Renewable and Sustainable Energy Reviews 13 (2009) 167-178.
- Schwarz, H.: Untersuchungen zu einer bedarfsgerechten Nährstoffversorgung und Optimierung weiterer steuerbarer Produktionsfaktoren bei *Miscanthus sinensis 'Giganteus'*. Dissertation der Universität für Bodenkultur, Wien, Austria, (1993).
- Somerville C.: The billion ton biofuel vision; Science 312 (2006) 1277.
- Šljivac D., Šimić Z.: Obnovljivi izvori energije. Energija iz biomase, Osijek, 2009.
- Tilman D., Hill J., Lehman C.: Carbon-negative biofuels from low-input high-diversity grassland biomass; Science 314 (2006) 1598 – 1606.
- Tomić F., Krička T., Matić S., Šimunić I., Voća N., Petošić D.: Potentials for biofuel production in Croatia, with respect to the provisions set out by the European Union; Journal of environmental protection and ecology 12 (2011) 1121-1131.
- Tomić, F., Krička, T., Matić S.: Available agricultural surfaces and potentials for biofuels production in Croatia; Sumarski list 7 – 8 (2008) 323 -330.
- Van Dam J., Faaij A.P.C., Lewandowski I., Fischer G.: Biomass production potentials in Central and Eastern Europe under different scenarios; Biomass and Bioenergy 31 (2007) 345-366.
- Višković A., Svijetlo ili mrak: Energetska sigurnost – političko pitanje. Lider press d.d. Zagreb, 2009.
- Wilhelm W.V., Johnson J.M.F., Hatfield J.L., Vorhees W.B., Linden D.R.: Crop and soil productivity respon-
- se to crop residue management: a literature review; Agronomy Journal 96 (2004) 1 – 17.
- www.animalschoice.ie [07. veljače 2012.]
- www.prjengineering.co.uk [07. veljače 2012.]
- www.sciencedirect.com Christian D.G., Riche A.B., Yates N.E.: Growth, yield and mineral content of *Miscanthus x giganteus* grown as a biofuel for 14 successive harvests; Industrial crops and products 28 (2008)320–327. [07. rujna 2014.]